

Contaminación con metales pesados en un suelo de la cuenca del río Reconquista

L. Marbán¹, L. G. de López Camelo², S. Ratto² y A. Agostini³

1 INGEIS - CONICET, Pabellón INGEIS Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina. E-mail: marban@ ingeis.uba.ar. 2 Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía - UBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina. 3 Cátedra de Veterinaria y Salud Pública, Facultad de Ciencias Veterinarias - UBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina.

Resumen. *El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de metales pesados en un suelo de la zona norte de la Pcia. de Buenos Aires en el partido de San Isidro, ocupada por precarios asentamientos humanos y afectada por frecuentes desbordes fluviales. Evaluaciones mensuales desde diciembre a abril mostraron contaminación del suelo con Cd, Pb y Hg, probablemente proveniente de los aportes fluviales enriquecidos con metales por la descarga de efluentes industriales y la falta de un adecuado manejo de los residuos.*

Abstract. *The objective of this paper was to evaluate the level of heavy metals in a suburban soil affected by periodical floodings, in Northern Buenos Aires City. Monthly sampling of top soils between December and April showed contamination with Cd, Pb, and Hg, probably originated from uncontrolled industrial discharges into the river basin without pretreatment of wastes.*

Introducción

El crecimiento demográfico en los últimos años aumentó el desarrollo urbano y, por consiguiente, los bienes y servicios de los ecosistemas naturales han sufrido modificaciones (Bertello 1995). También ha impulsado al desarrollo tecnológico que produce, como consecuencia, un gran número y cantidad de desechos, lo que ocasionó el deterioro y contaminó el medio ambiente. Estos cambios implican pérdida de calidad de vida y de biodiversidad (Streit y Kuhn 1994). Es precisamente esta pérdida de bienes, en cantidad y calidad, la que provoca una disminución en los servicios del ecosistema, no sólo de nivel local sino también de nivel regional y global (Herkovits 1996). La contaminación ambiental debida a la presencia de agentes tóxicos químicos, orgánicos e inorgánicos, como el uso de fertilizantes (Giuffré de López Camelo et al. 1997) constituye, de nivel mundial, un riesgo para la salud de los ecosistemas y especialmente para la salud humana (Vega 1988).

El balance de entradas y salidas de elementos en el suelo muestra que, en la actualidad, la concentración de metales en su superficie tiende a aumentar a escala global, en forma paralela a la mayor actividad agrícola e industrial (Kabata y Pendías 1985). La contaminación con algunos metales pesados como cadmio (Cd) y plomo (Pb) en las zonas urbanas es tan elevada, que el conocimiento de su contenido puede indicar si el suelo es urbano o rural (Kabata y Pendías 1995). También es importante evaluar el contenido de otros elementos con peligro de toxicidad como cobre (Cu), cinc (Zn), níquel (Ni), cromo (Cr) y mercurio (Hg) por los efectos que ejercen sobre la salud humana (Alloway 1992).

El río Reconquista ha sido tema de varios estudios por la carga de contaminantes que llevan sus aguas, especialmente luego de recibir el afluente del arroyo Morón (Herkovits et al. 1996). Por su ubicación geográfica, la cuenca se halla también sujeta a la deposición de: (i) partículas atmosféricas que contienen elementos tóxicos provenientes de la actividad antropogénica del Gran Buenos Aires, como el Pb generado por la combustión de los automóviles y (ii) desechos sólidos domiciliarios e industriales, que constituyen el principal reservorio de metales tóxicos (Nriagu 1990, 1992).

El objetivo del presente trabajo fue conocer el contenido de metales pesados en suelos de un área deprimida y densamente poblada de la zona norte de la provincia de Buenos Aires, afectada por frecuentes aportes del río Reconquista y evaluarlos respecto a líneas de base de toxicidad.

Materiales y Métodos

Se trabajó en una zona deprimida ubicada en el norte del conurbano bonaerense que ha recibido sucesivos aportes del río Reconquista. Densos y precarios asentamientos humanos con alta proporción de niños se encuentran a pocos metros del curso de agua y están sujetos a desbordes periódicos del río (Hirsch 1995).

Mensualmente entre diciembre de 1995 y abril de 1996, se tomaron muestras superficiales de suelo (3 cm de diámetro y 10 cm de profundidad), compuestas por 7 submuestras cada una, en el área comprendida entre las viviendas y el curso de agua. Las muestras fueron digeridas con ácido nítrico-fluorhídrico-perclórico (Chin Huat Lim y Jackson 1982, Marbán 1997). La cuantificación de Cd, Ni, Cr y Pb se efectuó por espectrometría con inducción de plasma (ICP) en un BAIRD 2070, y la de Zn y Cu por espectrometría de absorción atómica (AAS) en un Zeiss FMD4. Para el Hg se efectuó una digestión en medio oxidante de permanganato y se midió en AAS por vapor frío en un Zeiss FMD4. Los límites de detección en AAS para el Cu y Zn fueron 0.005 y 0.002 mg.L⁻¹, mientras que en ICP para Cd, Pb, Ni y Cr fueron de 0.2, 2, 0.5 y 0.3 µg.L⁻¹ respectivamente.

Resultados y Discusión

Algunos de los valores hallados superaron los niveles guía de calidad de suelos, contenidos en la Ley Nacional de Residuos Peligrosos (N° 24051/93) para suelos de uso residencial. En nuestro país existe escasa información sobre contenidos geoquímicos naturales o contaminación en sedimentos y suelos. En un trabajo anterior, se constató que sedimentos del Delta bonaerense presentan bajos niveles de metales pesados, potencialmente tóxicos (Ratto et al. 1997). En suelos de la Reserva Ecológica Costanera Sur, se presumió su contaminación, por tratarse de una zona de relleno antrópico. Sin embargo los valores encontrados fueron bajos (Ratto et al. 1999).

El Cd es uno de los metales de mayor peligrosidad en la cadena trófica. El factor principal responsable del contenido de Cd en el suelo es la composición química de la roca madre. Aunque en condiciones naturales puede llegar a tener concentraciones de 1.1 mg.kg⁻¹, los niveles de Cd en suelo no exceden generalmente el valor de 0.5 mg.kg⁻¹ y todo valor mayor indica el impacto de la actividad antropogénica (Jackson y Alloway 1992). En el presente estudio, los niveles oscilaron entre 1.2 y 2.1 mg.kg⁻¹. En monitoreos realizados en agua, en la cuenca del río Reconquista, la concentración de Cd llegó a superar hasta 40000 veces el nivel aceptado para la protección de la vida acuática en agua dulce (Rovedatti et al. 1996), lo que indicaría un enriquecimiento anómalo en el área estudiada. El contenido de Cd en suelo, mayor al determinado en trabajos previos, se justifica por el enriquecimiento de los desbordes (Figura 1-a).

Un contenido de Hg mayor a 400 ppb generalmente está asociado con áreas geotermales y actividad antropogénica, especialmente a través de la aplicación de fungicidas, lodos cloacales o residuos de la industria metalúrgica (Phelps y Buseck 1980). Considerando que en estudios previos no se ha alcanzado el límite de detección, los resultados del presente trabajo estarían indicando contaminación de tipo antropogénico (Figura 1-b).

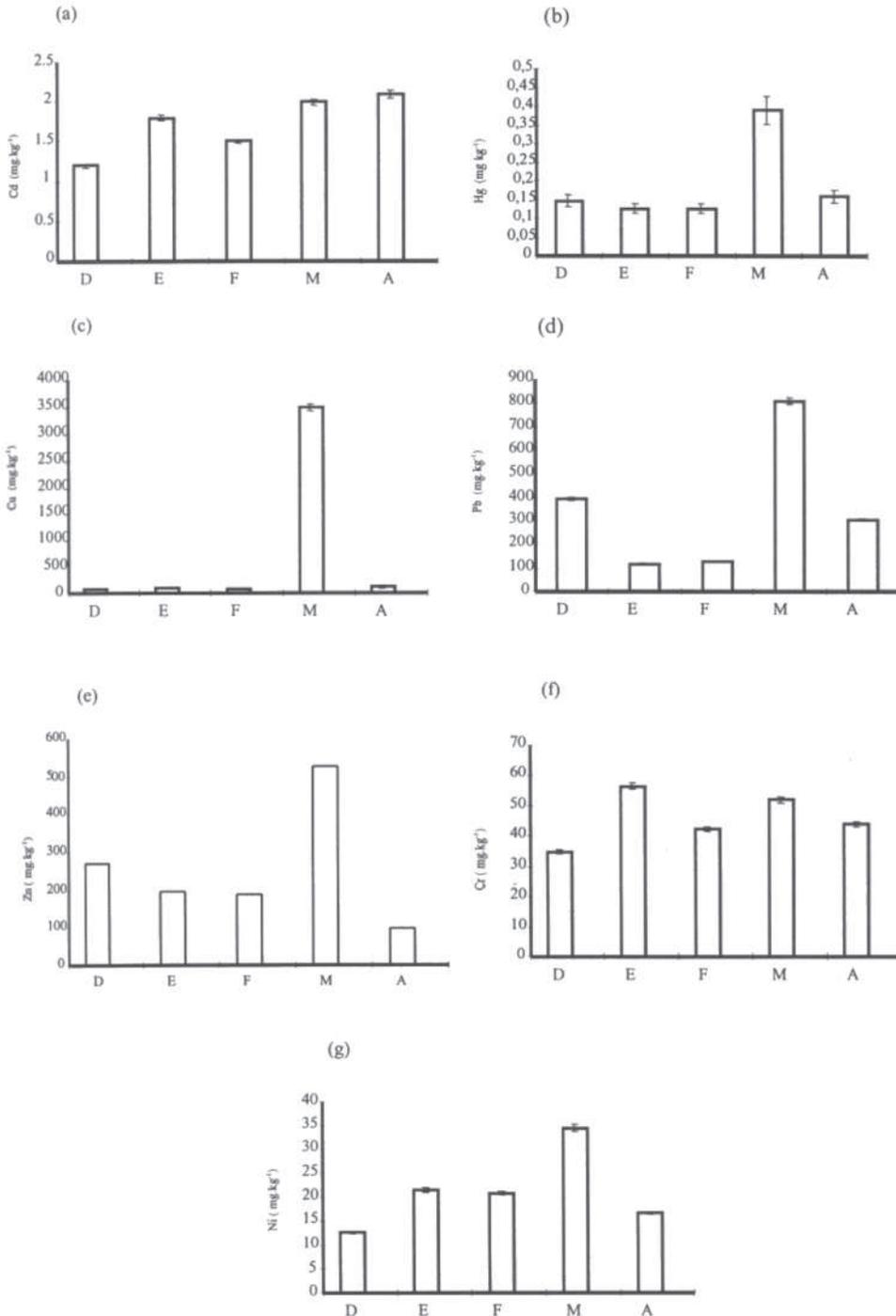


Figura 1. Niveles (mg kg⁻¹) de cadmio (a), mercurio (b), cobre (c), plomo (d), cinc (e), cromo (f) y níquel (g) durante el período de muestreo.

Figure 1. Levels (mg kg⁻¹) of cadmium (a), mercury (b), copper (c), lead (d), zinc (e), chromium (f) and nickel (g) during the sampling period.

Valores de Cu en el suelo por encima de 100 mg.kg⁻¹ se consideran consecuencia de la actividad del hombre. El mayor riesgo está dado por la acción bactericide del Cu y su efecto sobre

los ciclos biológicos (Baker y Chesnin 1975). En el presente trabajo se detectaron valores alarmantes desde el punto de vista de la población microbiana y superiores a los admitidos por la Ley de Residuos Peligrosos, ya mencionados (Figura 1-c).

Con relación al Pb, se hallaron valores que también superaron los niveles aceptados por la Ley de Residuos Peligrosos (500 mg.kg^{-1}) (Figura 1-d). Aunque el mayor riesgo para el adulto está dado por la inhalación de gases emanados de vehículos, en el caso de los niños hay un ingreso importante al organismo como resultado de ingestión directa de tierra en sus juegos al aire libre (hábito de pica). La acumulación de Pb en el organismo produce principalmente disminución de la actividad cerebral, llegando en casos extremos a producir efectos teratogénicos alarmantes (Risser y Baker 1990).

En el caso del Zn, sólo se observó en un sitio el valor máximo aceptado por la Ley de Residuos Peligrosos para zonas residenciales. Este elemento no constituye un riesgo en sí mismo sino a través de la disminución de la producción vegetal por su fitotoxicidad (Risser y Baker 1990). En una evaluación del contenido de metales pesados en sedimentos fluviales del Delta bonaerense, susceptibles de ser tomados como línea de base para inferir el contenido en suelos, los valores de Zn total oscilaron entre 57.3 y 92.8 mg.kg^{-1} (Ratto et al. 1997). Los niveles establecidos en el presente trabajo (superiores a 350 mg.kg^{-1}) estarían indicando un enriquecimiento de tipo antropogénico (Figura 1-e).

El contenido promedio de Cr total en el suelo oscila entre 100 y 300 mg.kg^{-1} (Aubert y Pinta 1977). Naturalmente se presenta en forma trivalente Cr(III) y prácticamente todo el cromo hexavalente Cr(VI) que existe es generado por la actividad humana (aceros, curtiembres, cemento, cromados, pigmentos, fungicidas, vidrios, etc.) y sufre transformaciones al incorporarse al suelo, entre ellas la reducción a Cr(III) (Reisenauer 1982). Los valores dosados responden a situaciones que pueden asimilarse a las medias (Figura 1-1).

Aunque el elemento Ni es esencial para los mamíferos, su elevada exposición, especialmente por vía aérea, produce efectos tóxicos que van desde irritación respiratoria hasta cáncer. El National Research Council of Canada (NRCC 1981) considera que un suelo no contaminado presenta niveles de Ni que varían entre 1 y 55 mg.kg^{-1} , cuando se origina a partir de rocas no ultrabásicas. Los niveles hallados están dentro del rango mencionado (Figura 1-g).

El río Reconquista recibe una mezcla compleja de contaminantes siendo un ejemplo característico de contaminación antrópica. La respuesta variable a bioensayos confirma que el río es utilizado como receptor de mezclas tóxicas, entre ellas metales pesados, vertidos en forma intermitente (de la Torre et al. 1997). Su cuenca alberga aproximadamente al 10% de la población del país (Arreghini et al. 1995) por ello la importancia de su calidad ambiental para permitir el desarrollo de vida sin riesgo.

La contaminación observada en estos suelos es probablemente debida a vertidos incontrolados de origen industrial depositados por el río en la zona estudiada. En muchos países de Latinoamérica, casi todos los efluentes industriales, salvo los más tóxicos, se vacían en los cursos de agua más cercanos sin un tratamiento adecuado. En Argentina, el caudal de desechos retenidos que genera la industria, no excede el 10% (Fogelman y Gonzalez-Urda 1994). Las principales industrias que pueden generar residuos metálicos en sus efluentes son siderurgia, minería, fundiciones, curtiembres, celulosa, papel, textiles, equipos eléctricos y electrónicos y están clasificadas por la Ley Provincial de Higiene y Seguridad en el Trabajo (N°11459196) de acuerdo a su nivel de complejidad ambiental.

Conclusiones

El peligro potencial representado por la contaminación de los suelos en zonas densamente pobladas es preocupante. El presente trabajo enmarca un estudio preliminar de la problemática del área, que evidencia contaminación antropogénica. Para conocer la distribución espacial y la magnitud de la contaminación se requieren estudios posteriores iterativos, con aplicación de un muestreo más intensivo en forma de grilla.

Bibliografía

- Alloway, B.J. 1992. Heavy metals in soils. Blackie Academic Professional. 2da.edición. London. 368 pp.
- Arreghini, S., L. de Cabo, A.F. de Iorio, A. Rendina, M. Bargiela, G. Godoy de Pace, A. Corujeira, R. Vella y C. Bonetto. 1995. Evaluación de la calidad de agua del río Reconquista a través de índices. Congreso Internacional sobre Aguas. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, UBA.
- Aubert, H. y M. Pinta. 1977. Trace elements in soils. Developments in Soil Science 7. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 395 pp.
- Baker, D.E. y L. Chesnin. 1975. Chemical monitoring of soils for environmental quality and animal and human health. Adv. Agron. 27:305-374.
- Bertello, L. 1995. Ambiente, química y política. *Ambientalis* 1:7-11
- Chin Huat Lim y M. Jackson. 1982. Dissolution for total elemental analysis. In: Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy Monograph No.9 A. Page (Ed.).2nd.Ed. Madison, Wisconsin, USA. 1159 pp.
- de la Torre, F., L. Ferrari y A. Salibián. 1997. Evaluación toxicológica del agua del río Reconquista: Cambios en la actividad de enzimas marcadoras de peces mantenidos in situ. Congreso Internacional sobre Aguas. Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, UBA.
- Fogelman D. y E. González-Urda. 1994. El agua en la Argentina. Provincia. 256 pp.
- Giuffré de López Camelo, L., S. Ratto y L. Marbdn. 1997. Heavy metals input with phosphate fertilizers used in Argentina. *The Science of the Total Environment* 204:245-250.
- Herkovits, J. 1996. Preservación de los servicios del ecosistema. *Gerencia Ambiental* 24:274-276 y 343.
- Herkovits, J., C.S. Perez-Coll y F.D. Herkovits. 1996. Ecotoxicity in the Reconquista River, Province of Buenos Aires, Argentina: A Preliminary Study. *J.of Environ. Health Sci.* 104:186-189.
- Hirsh, G. 1995. La Cava su población. Municipalidad de San Isidro. Centro Materno Infantil. Buenos Aires. 22 pp.
- Jackson, A. y B. Alloway. 1992. The transfer of cadmium from agricultural soils to the human food chain. Pp 109-158. In: Adriano, D. (Ed.). Biogeochemistry of trace metals. Lewis Publishers.
- Kabata Pendias, A. y H. Pendías. 1985. Trace elements in soils and plants. CRC Press Inc. Boca Raton, Fl. 365 pp.
- Kabata Pendias, A. 1995. Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils. Pp 3-18. In: Sal Salomons-Forstner-Mader (Eds.). Heavy Metals. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Ley N° 11459/93. Reglamentación Decreto N° 1741/96. Provincia de Buenos Aires 111 pp.
- Ley N° 24051/91. Reglamentación Decreto 831/93. República Argentina. 76 pp.
- Marbán, L. 1997. Métodos químicos para la cuantificación de metales pesados totales y biodisponibles. Actas Ier. Congreso Iberoamerica de Química Ambiental. Termas de Jahuel, Chile. III:74.
- Nriagu, J. 1990. Global metal pollution. Poisoning the biosphere? *Environment* 32:7-33.
- Nriagu, J. 1992. Toxic metal pollution in Africa. *The Science of the Total Environment* 121:1-37.
- NRCC. 1981. Effects of nickel in the Canadian environment. Associate Committee on scientific criteria of environmental quality. Ottawa. 352 pp.
- Phelps, D. y P.R. Buseck. 1980. Distribution of soil mercury and the development of soil mercury anomalies in the Yellowstone geothermal area, Wyoming. *Econ.Geol.* 75:730-741.
- Ratto, S., L. Giuffré y L. Marbán. 1997. Metales pesados en sedimentos fluviales del Delta bonaerense. *Rev. Fac. Agronomía* 17: 341-345.
- Ratto, S., M. González, L. Marbán y L. Giuffré. 1999. Calidad de suelos antrópicos en espacios verdes urbanos. *Gerencial Ambiental* 51:36-40.
- Reisenauer, H.M. 1982. "Chromium". In: Methods of soil analysis. Agronomy Monograph No.9 Part 2 A.Page(Ed.). 2nd Ed. Madison, Wisconsin, USA. 1159 pp.
- Risser, A. y D. Baker. 1990. Testing soils for toxic metals. In: Soil testing and plant analysis. R. Westerman (Ed.).3ra edición. Soil Sci. Soc. of Amer. SSSA Book Series. 3:277-298.
- Rovedatti, M.G., M. Topalian, P. Castañe y A. Salibian. 1996. Contaminación del agua del río Reconquista por metales pesados. X Congreso Argentina de Toxicología. ATA INFORMA Año X N° 33:47.
- Streit, B y A. Kuhn. 1994. Effects of organophosphorous insecticides on autochthonous and introduced *Gammarus species*. *Water Sci. Technol.* 29:233-240.
- Vega, S. 1988. Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Tomo 1. Ministerio de Salud y Acción Social. Bs. As., Argentina. 214 pp.

Recibido: Julio 28, 1998

Aceptado: Septiembre 10, 1999